

PEMAHAMAN KONSEP MEKANIKA: MENENTUKAN ARAH PERCEPATAN PENDULUM, SULITKAH?

Diana Eka Saputri¹, Muhammad Reyza Arief Taqwa^{1,*}, Fitria Nur Aini¹, Muhammad Ibnu Shodiqin¹, Lugsy Rivaldo²

¹Jurusan Fisika, Universitas Negeri Malang

²Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jambi

*Email: reyza.arief.fmipa@um.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jpft.v5i1.1134>

Abstract - This article discusses to reveal students' conceptual understanding in determining the direction of acceleration in two-dimensional movements, with special cases of pendulum motion. To achieve this goal, there are 3 reasoned multiple choice questions which are part of 20 conceptual kinematics questions. The study was conducted on 37 first year physics education master students at Universitas Negeri Malang. This research is quantitative descriptive. Research data shows that students' understanding is still low, only 4 (10.81%) students answer the first question correctly, 3 (8.11%) students answer the second question correctly, and 24 (64%) students answer question correctly. Based on the answer analysis, students are indicated due experience errors, such as (1) the acceleration of the object is always in the direction of motion, (2) at the highest point the object pauses, accelerates zero, and (3) the pendulum had zero acceleration in lowest position because the velocity is maximum.

Keywords: Conceptual Understanding; Mechanics; Acceleration; Pendulum.

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu topik yang membahas mengenai gejala alam baik yang *real* maupun abstrak (Nopiani *et al.* 2017; Oktaviani *et al.* 2018) yang dikemas dalam kumpulan fakta, konsep, maupun prinsip (Arianti *et al.* 2016). Tujuan utama dari pembelajaran fisika adalah memberikan pemahaman konsep yang benar sehingga mahasiswa dapat menggunakan konsep tersebut untuk memecahkan masalah yang dihadapi (Yulianci *et al.* 2017; Docktor & Mestre, 2014; Hegde & Meera, 2012; Taqwa & Pilendia, 2018). Usaha untuk mencapai tujuan utama pembelajaran sering kali terhambat karena konsep awal yang telah dibangun mahasiswa sebelum pembelajaran bertentangan dengan konsep ilmiah (Aufschnaiter & Rogge, 2010; Docktor & Mestre, 2014). Konsep yang salah ini sudah terbangun kuat sehingga mahasiswa sulit mengubah pemahaman yang mereka miliki menjadi pemahaman yang benar.

Kinematika merupakan salah satu topik dimana mahasiswa banyak mengalami kesalahpahaman (Liu & Fang, 2016). Salah

satu aplikasi topik kinematika dalam pembelajaran adalah menganalisis gerak pendulum. Untuk mendeskripsikan gerak pendulum mahasiswa harus mampu memahami bagaimana kecepatan maupun percepatan yang dapat ditentukan dari data posisi pendulum tiap saat. Pemahaman mahasiswa terkait percepatan masih banyak mengalami kesalahpahaman karena percepatan lebih abstrak dari pada gaya (Liu & Fang, 2016). Hal yang perlu dilakukan mahasiswa dalam memahami konsep kinematika yakni selalu memegang teguh definisi, dimana definisi percepatan adalah perubahan kecepatan partikel terhadap satuan waktu. Faktanya mahasiswa seringkali tidak konsisten menerapkan definisi ini (Serway *et al.* 2013; Taqwa *et al.* 2017).

Mahasiswa yang salah dalam menentukan percepatan bukan berarti mereka tidak memiliki pengetahuan terkait hal tersebut, kesalahan dalam menentukan percepatan pada pendulum juga diakibatkan oleh ketidakberhasilan mahasiswa memanggil pengetahuan yang terkait yang

telah mereka miliki (Docktor & Mestre, 2014). Pada umumnya mereka telah memiliki pengetahuan yang baik tentang kecepatan tetapi pengetahuan ini tidak mereka gunakan dalam menganalisis percepatan pada pendulum. Pengetahuan yang dimiliki mahasiswa ini masih terdiri dari potongan-potongan yang terpisah satu sama lain (Docktor & Mestre, 2014; Hammer, 2000).

Artikel ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman konsep mahasiswa dalam menentukan percepatan pada gerak dua dimensi, pada kasus gerak pendulum. Dalam artikel ini akan diungkap alasan-alasan yang dibangun oleh mahasiswa untuk menentukan arah percepatan. Alasan-alasan tersebut penting diidentifikasi untuk mereduksi kesalahan yang serupa sehingga dapat digunakan guru untuk merancang pembelajaran yang berkualitas.

METODE PENELITIAN

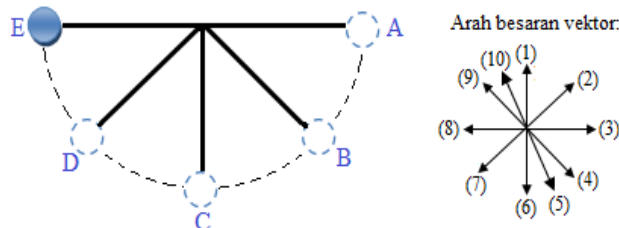
Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pemahaman konsep mahasiswa dalam menentukan arah percepatan pada gerak dua dimensi. Kasus yang diangkat dalam penelitian ini adalah gerak pendulum. Subjek penelitian ini merupakan 37 mahasiswa S2 pendidikan fisika tahun pertama Universitas Negeri Malang. Untuk mencapai tujuan tersebut diberikan 20 soal konseptual kinematika dalam format pilihan ganda beralasan namun dalam penelitian ini dibahas 3 soal yang berkaitan dengan kemampuan mahasiswa dalam menentukan arah percepatan pada gerak pendulum. Ketiga soal tersebut seperti yang ditunjukkan Gambar 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kelayakan Butir Soal

No Soal pada Uji Empirik	r_{pbis}	Koef. Cronbach Alpha	Daya Beda	Tingkat Kesukaran
7	0,399	0,845	0,333	0,429
8	0,318		0,358	0,548
9	0,347		0,238	0,524

* r -tabel = 0,244 pada taraf signifikansi 0,05 (N = 65)

Sebuah bandul sederhana dengan dilepas dari titik A (tegak lurus terhadap vertikal) hingga berosilasi secara harmonis seperti gambar (kiri).



Abaikan semua kemungkinan gaya gesek yang timbul. Pada gambar di sebelah kanan, menunjukkan arah percepatan yang mungkin dimiliki bandul.

(7) Arah percepatan bandul ketika bandul berada di posisi B (saat bandul bergerak turun) adalah...

- (A) (2) (B) (6) (C) (7) (D) (8) (E) (9)

(8) Arah percepatan bandul ketika bandul berada di posisi C (di titik terendah, bandul bergerak dari B ke D) adalah...

- (A) (1) (B) (3) (C) (6) (D) (8) (E) (9)

(F) Tidak ada yang sesuai, percepatan nol saat di C

(9) Arah percepatan bandul ketika bandul berada di posisi E (titik tertinggi) adalah...

- (A) (1) (B) (5) (C) (6) (D) (3) (E) Tidak ada yang sesuai, percepatan nol saat di E

Gambar 1. Soal Nomor 7, 8, dan 9

Soal yang digunakan dalam penelitian ini merupakan soal yang layak digunakan karena telah memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, daya beda memadai, dan tingkat

kesukaran yang sedang. Hasil analisis kelayakan butir soal ditunjukkan pada Tabel 1. Ketiga soal yang diujikan sudah valid secara empirik karena $r_{pbis} > r_{table}$ (Matodang,

2009). Valid artinya tes sudah dapat mengukur apa yang seharusnya diukur (Arifin, 2017). Tingkat keandalan instrument berdasarkan koefisien *Cronbach Alpha* bernilai antara nol sampai satu. Koefisien *Cronbach Alpha* dikategorikan baik bila bernilai 0,7 hingga kurang dari 0,9 (Ahmed & Masud, 2014; Arifin, 2017). Koefisien *Cronbach alpha* bernilai 0,845, sehingga reliabilitas soal adalah baik. Suatu soal dinyatakan layak diujikan apabila nilai minimum koefisien *Cornbach Alpha* sebesar 0,7. Soal ini dinyatakan reliabel karena nilai koefisien *Cronbach Alpha* sebesar 0,845.

Seluruh butir soal memiliki daya pembeda sedang (Bagiyono, 2017; Rahayu and Purnomo, 2014; Solichin, 2017; Syamsudin, 2012). Hasil analisis daya beda pada setiap butir soal menunjukkan bahwa soal-soal yang diberikan sudah mampu membedakan antara siswa yang pandai dan yang tidak atau kurang pandai (Arifin, 2017; Siswanto, 2008). Berdasarkan taraf kesukaran seluruh soal memiliki tingkat kesukaran yang sedang (Bagiyono, 2017; Rahayu & Purnomo, 2014; Solichin, 2017; Syamsudin, 2012).

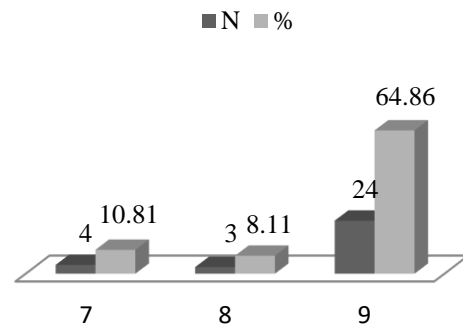
Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh berupa skor mahasiswa yang diperoleh dari jawaban yang dipilih pada opsi jawaban yang disediakan. Jawaban benar akan diberikan skor 1 sedangkan jawaban salah akan diberi skor 0. Alasan-alasan yang dipaparkan mahasiswa yang melatar belakangi pemilihan jawaban dari soal pilihan ganda menjadi sumber data kualitatif. Data kualitatif digunakan peneliti untuk mengungkap konsepsi mahasiswa terkait percepatan pada gerak pendulum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan mahasiswa masih memiliki pemahaman yang keliru terkait arah percepatan pada kasus gerak

pendulum. Terbukti dari hanya sedikit siswa yang memilih opsi yang benar. Jumlah mahasiswa yang memilih opsi benar pada masing-masing butir soal ditunjukkan oleh Gambar 2.

Gambar 2. Jumlah Mahasiswa dengan Pilihan



Opsi Benar pada Setiap Butir Soal

Sedikitnya jumlah mahasiswa yang menjawab benar ini mengindikasikan bahwa pengetahuan yang dimiliki masih belum utuh. Kegagalan mereka dalam menjawab soal bukan dikarenakan mereka tidak memiliki pengetahuan yang benar, melainkan gagal dalam memanggil pengetahuan yang telah mereka miliki. Berdasarkan pengetahuan-pengetahuan yang telah diperoleh seharusnya mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan tersebut menggunakan definisi percepatan sesaat. Dari definisi tersebut, kita dapat memegang konsep bahwa arah percepatan sesaat suatu objek selalu searah dengan arah perubahan kecepatan sesaat sebelum mencapai titik tertentu hingga kecepatan sesaat setelah mencapai titik tertentu (Serway & Jewett, 2015). Selain itu dapat pula diselesaikan dengan menguraikan percepatan menjadi percepatan yang sejajar dengan kecepatan dan percepatan yang tegak lurus dengan kecepatan (Knight, 2017; Raymond A. Serway & John W. Jewett, 2014; R. A. Serway *et al.* 2013; R. Serway & Jewett, 2015).

Selain dengan menggunakan pengetahuan kinematika, dapat pula diselesaikan dengan menganalisis gaya-gaya

yang bekerja pada bandul ketika di titik tertentu, mengingat resultan gaya selalu searah dengan arah percepatan. Ketiga pengetahuan yang telah dimiliki ini seharusnya dapat dipanggil, dan saling memverifikasi. Pemahaman terkait arah percepatan pada pendulum berikutnya akan dibahas tiap butir soal berdasarkan distribusi opsi pilihan jawaban mahasiswa pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Pilihan Opsi Jawaban Mahasiswa

No	Opsi Jawaban					
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
(7)	1	6	23	4*	3	-
(8)	3*	2	6	5	9	12
(9)	0	3	24*	5	5	-

*Jumlah mahasiswa yang menjawab benar

A. Arah Percepatan Bandul di Titik B ketika akan Turun

Pada soal nomor 7 sebanyak 4 (10,81%) mahasiswa menjawab benar pada opsi D, arah yang paling mungkin menggambarkan percepatan bandul ketika berada di posisi B, sesuai dengan definisi maka arah percepatan selalu sama dengan arah perubahan kecepatan. Percepatan sesaat ketika bandul di posisi B adalah sama dengan arah perubahan kecepatan sesaat sebelum mencapai B hingga sesaat setelah mencapai B. Selain itu dapat pula digunakan cara lain yakni pada saat bandul berada di posisi B, bandul dipercepat dan berbelok, sehingga percepatannya dipengaruhi oleh percepatan yang sejajar dengan arah kecepatan (objek dipercepat) dan dipengaruhi oleh percepatan yang tegak lurus arah kecepatan yang berguna untuk membelokkan sehingga arah percepatan adalah resultan dari arah percepatan tegak lurus dan arah percepatan sejajar. Selain itu apabila diverifikasi dengan gaya-gaya yang bekerja ketika bandul berada di posisi B yakni ada gravitasi yang bekerja pada bandul dan gaya tegang tali, apabila diresultankan

maka arah resultan gaya ke arah 8. Arah percepatan selalu searah dengan arah resultan gaya, sehingga berdasarkan analisis gaya-gaya yang bekerja juga menunjukkan bahwa percepatan yang dialami benda ketika di titik B adalah ke arah 8.

Mahasiswa yang memilih opsi A yakni percepatan bandul ketika di posisi B searah dengan nomor 2, mereka memiliki pemahaman bahwa arah percepatan suatu objek berlawanan arah dengan arah gerak objek. Mahasiswa yang memilih opsi B menganggap bahwa arah percepatan bandul selalu sama dengan arah percepatan gravitasi selain itu argument mereka juga didukung oleh gaya-gaya yang bekerja pada bandul saat diposisi B hanyalah gaya gravitasi saja, dan melupakan gaya tegang tali pada bandul. Gaya selalu searah dengan percepatan sehingga mereka menjawab arah percepatannya kebawah. Opsi paling banyak yang dipilih mahasiswa adalah opsi C. Mahasiswa yang memilih opsi C beranggapan bahwa percepatan selalu searah dengan arah gerak. Mahasiswa yang memilih opsi E beranggapan bahwa percepatan selalu menuju pusat kelengkungan. Pengetahuan yang digunakan untuk menyelesaikan kasus ini kurang lengkap dan mereka melupakan bahwa percepatan terdiri atas percepatan searah kecepatan yang bertugas untuk mempercepat atau memperlambat dan percepatan yang tegak lurus kecepatan untuk membelokkan arah.

Kekeliruan mahasiswa tersebut jelas mengindikasikan bahwa pemahaman yang dimiliki masih belum utuh. Dalam menyelesaikan soal, mahasiswa perlu memverifikasi pemahaman yang mereka gunakan dalam memecahkan persoalan. Kegagalan mahasiswa dalam menyelesaikan soal bukan karena mereka tidak memahami konsep fisika dengan benar, namun dikarenakan mereka gagal dalam mengaktivasi konsep yang telah mereka miliki (Afwa *et al.* 2016; Hammer, 2000;

Taqwa & Pilendia, 2018). Hal ini terjadi dalam menyelesaikan persoalan tersebut, mahasiswa sering kali menggunakan intuisi mereka tanpa memverifikasi dengan pemahaman yang benar. Padahal konsep fisis yang benar telah mereka peroleh sebelumnya.

B. Arah Percepatan Bandul ketika berada di Titik Terendah saat akan bergerak Naik

Pada soal nomor 8 sebanyak 3 (8,11%) mahasiswa menjawab benar opsi A. Saat bandul di C percepatannya ke arah atas, pada kondisi ini kecepatan sesaat sebelum di C sama dengan kecepatan sesaat setelah di C sehingga percepatan sejajar dengan arah kecepatan adalah nol karena bandul tidak mengalami perubahan laju. Tetapi perlu diingat bahwa percepatan terdiri dari percepatan yang sejajar dengan arah kecepatan dan percepatan yang tegak lurus kecepatan. Dalam hal ini bandul memiliki percepatan yang tegak lurus dengan arah kecepatan yakni percepatan yang bertugas membelokkan arah gerak bandul, sehingga arah resultan percepatannya adalah ke atas (menuju pusat kelengkungan).

Mahasiswa yang memilih opsi B menganggap bahwa percepatan bandul selalu berlawanan arah dengan arah geraknya. Hal tersebut terjadi karena mahasiswa beranggapan bahwa pada titik terendah, bandul akan naik dan mengalami perlambatan, sehingga arah percepatan bandul berlawanan dengan arah gerak. Hal tersebut seperti temuan Nirmayanti et al. (2018) yang menyatakan bahwa tanda negatif selalu menunjukkan bahwa benda diperlambat dengan arah percepatan berlawanan dengan arah kecepatan. Pernyataan bahwa benda diperlambat menunjukkan bahwa arah percepatan berlawanan dengan arah kecepatan adalah benar. Hanya saja harus diverifikasi terlebih

dahulu, apakah benda hanya berubah laju, ataukah arahnya juga mengalami perubahan.

Mahasiswa yang memilih opsi C beranggapan bahwa satu-satunya gaya yang bekerja pada bandul adalah gaya gravitasi. Resultan gaya yang bekerja pada suatu benda selalu searah dengan percepatan, sehingga percepatannya ke arah bawah menuju bumi. Hal tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa gagal dalam mengidentifikasi gaya secara utuh karena tidak mengidentifikasi adanya gaya tegangan tali. Jika mahasiswa mampu mengidentifikasi gaya secara lengkap kemudian menggunakan pengetahuannya terkait hukum Newton maka permasalahan tersebut akan terjawab dengan benar. Namun, mahasiswa juga kerap mengalami kesulitan dalam menentukan arah resultan gaya (Taqwa, 2017; Taqwa & Faizah, 2016), sehingga dalam menentukan arah percepatan juga memungkinkan mengalami kesulitan.

Mahasiswa yang memilih opsi D beranggapan bahwa percepatan selalu menyinggung lintasan dan selalu searah dengan arah geraknya. Mahasiswa yang memilih opsi E beranggapan bahwa arah percepatan selalu searah dengan arah geraknya. Opsi F merupakan opsi yang paling banyak dipilih oleh mahasiswa. Mahasiswa yang memilih opsi F dimana pada posisi di titik terendah percepatannya nol beranggapan bahwa kecepatannya di titik terendah adalah maksimum sehingga percepatannya nol (Artiawati et al. 2016). Pemahaman keliru tersebut umum dipikirkan oleh mahasiswa dan siswa karena mereka sering membangun pengetahuan berdasarkan fenomena alam yang diamati namun keliru dalam menyimpulkan (Makhrus et al. 2018).

C. Arah Percepatan Bandul ketika di Titik Tertinggi

Pada soal nomor 9 sebanyak 24 (64,86%) mahasiswa menjawab benar opsi

C. Pada titik tertinggi, kecepatan benda adalah nol ($v = 0$). Sehingga percepatan sentripetal yang dialami benda adalah nol, karena percepatan sentripetal didefinisikan sebagai $a_s = v^2/r$. Untuk percepatan yang sejajar kecepatan, sesaat sebelum mencapai titik tertinggi (v ke atas) maka a ke bawah karena benda mengalami perlambatan. Begitu pula sesaat setelah benda telah mencapai titik tertinggi maka akan kembali bergerak turun (v ke bawah) sehingga a juga ke bawah karena benda mengalami percepatan. Oleh karena itu, resultan percepatan yang dialami benda adalah ke bawah.

Mahasiswa yang memilih opsi B menganggap bahwa percepatan selalu menyinggung lintasan, dan percepatan benda ketika akan turun searah dengan arah 5. Mahasiswa yang memilih opsi D menganggap bahwa percepatan selalu menuju pusat kelengkungan. Mahasiswa yang memilih opsi E, yakni pada saat benda di titik tertinggi percepatannya nol, mereka beranggapan bahwa objek yang berada di titik tertinggi berhenti sesaat, sehingga percepatannya nol. Kesulitan-kesulitan dalam memahami kinematika secara utuh ini memang kerap terjadi (Mursalin, 2014), termasuk dalam menentukan percepatan. Hal tersebut terjadi karena mahasiswa sering tidak memegang definisi secara baik. Kinematika merupakan salah satu konsep yang sederhana karena dalam menyelesaikan segala bentuk persoalan yang terkait cukup kembali pada definisi. Oleh sebab itu, dalam pembelajaran, mahasiswa perlu secara berulang menggunakan definisi besaran fisis untuk menyelesaikan bermacam persoalan. Hal tersebut bertujuan agar mahasiswa mampu menangkap makna konsep serta hubungan antar konsep dengan makna dalam konsep tersebut (Sahara, 2015).

PENUTUP

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa dalam menentukan arah percepatan pada pendulum masih rendah. Hal ini terjadi karena pemahaman konsep mahasiswa yang salah dan sulit dihilangkan serta gagalnya mahasiswa dalam memanggil pengetahuan yang telah dimiliki terkait konsep-konsep pada soal yang diujikan karena pengetahuannya masih terpotong-potong. Pemahaman keliru yang terjadi pada mahasiswa secara umum diantaranya percepatan benda selalu searah dengan arah gerak, di titik tertinggi benda berhenti sesaat sehingga percepatannya nol, dan di titik terendah percepatannya nol karena kecepatan benda maksimum.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dalam pembelajaran penguatan konsep pada mahasiswa perlu ditingkatkan dengan baik agar konsep salah yang telah dipahami mahasiswa dapat diluruskan dan mempermudah mahasiswa memanggil pengetahuan yang sesuai.

REFERENSI

- Afwa, I. L., Sutopo, & Latifah, E. 2016. Deep learning question untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 1(3), 434–447.
- Ahmed, S., & Masud, M. M. 2014. Measure Service Quality of a Higher Educational Institute towards Student Satisfaction. *American Journal of Educational Research*, 2(7), 447–455. <https://doi.org/10.12691/education-2-7-3>
- Arianti, B. I., Sahidu, H., Harjono, A., & Gunawan. 2016. Pengaruh Model Direct Instruction Berbantuan Simulasi Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 11(4), 159–163.

Arifin, Z. 2017. Kriteria Instrumen dalam

- suatu Penelitian. *Jurnal Theorems (the Original Research of Mathematics)*, 2(1), 28–36.
- Artiawati, P. R., Mulyani, R., & Kurniawan, Y. 2016. Identifikasi Kuantitas Siswa Yang Miskonsepsi Menggunakan Three Tier- Test Pada Materi Gerak Lurus Beraturan (GLB). *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(1), 13–15.
- Aufschnaiter, C., & Rogge, C. 2010. Misconceptions or missing conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 3–18. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75223>
- Bagiyono. 2017. Analisis Tingkat Kesukaran dan Daya Pembeda Butir Soal Ujian Pelatihan Radiografi Tingkat 1 The Analysis of Difficulty Level and Discrimination Power of Test Items of Radiography Level 1 Examination. *Widyanuklida*, 16(1), 1–12.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. 2014. A Synthesis of Discipline-Based Education Research in Physics. *Physical Review Special Topic - Physics Education Research*, 1–148.
- Hammer, D. 2000. Student resources for learning introductory physics. *American Journal of Physics*, 68(S1), S52–S59. <https://doi.org/10.1119/1.19520>
- Hegde, B., & Meera, B. 2012. How do they solve it ? An insight into the learner ' s approach to the mechanism of physics problem solving. *Physics Education Research*, 010109, 1–9. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.010109>
- Knight, R. d. 2017. *Physics For Scientist and Engineers a Strategic Approach*. (J. Zalesky, Ed.) (4th ed.). USA: Pearson.
- Liu, G., & Fang, N. 2016. Student Misconceptions about Force and Acceleration in Physics and Engineering Mechanics Education. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 19–29.
- Makhrus, M., Widodo, W., & Agustini, R. 2018. Efektifitas model pembelajaran CCM-CCA untuk memfasilitasi perubahan konsep gaya pada Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2), 253–261.
- Matodang, Z. 2009. Validitas dan Reliabilitas Suatu Instrumen Penelitian. *Jurnal Tabularasa PPS UNIMED*, 6(9), 81. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mursalin. 2014. Analisis Penguasaan Konsep Mahasiswa pada Topik Kinematika Partikel. *Jurnal Inpafi*, 2(2).
- Nirmayanti, Mansyur, J., & Saehana, S. 2018. Konsepsi Siswa SMA tentang Percepatan. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako (JPFT)*, 6(4), 7–18.
- Nopiani, R., Harjono, A., & Hikmawati. 2017. Pengaruh model pembelajaran advance organizer berbantuan peta konsep terhadap hasil belajar fisika SMA Negeri 1 Lingsar. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(2), 137–145.
- Oktaviani, D. G., Harjono, A., & Gunada, I. W. 2018. Penguasaan Konsep Usaha Dan Energi Peserta Didik Kelas X Dengan Model Pembelajaran Ekspositori Berbantuan Organizers. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2), 192. <https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.821>
- Rahayu, T. D., & Purnomo, B. H. 2014. “Analisis Tingkat Kesukaran dan Daya Beda Pada Soal Ujian Tengah Semester Ganjil Bentuk Pilihan Ganda Mata Pelajaran Ekonomi Kelas X di SMA Negeri 5 Jember Tahun Ajaran 2012-2013.” *Jurnal Edukasi Unej*, 1(1), 39–43.
- Raymond A. Serway, & John W. Jewett, J. 2014. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. (E.

- Dodd, Ed.) (9th ed.). USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Sahara, L. 2015. Penerapan model concept teaching pendekatan concept attainment untuk meningkatkan pemahaman konsep IPA Fisika siswa kelas VIII SMP Negeri 5 Kendari pada materi pokok usaha dan energi. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(2), 108–112.
- Serway, R. A., Vuille, C., & Hughes, J. 2013. *College Physics (10th)*. USA: Gengage Learning.
- Serway, R., & Jewett, J. 2015. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics* (eight edit). belmont.
- Siswanto. 2008. Validitas sebagai Alat Penentuan Keandalan Tes Hasil Belajar. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, VI(1), 107–117.
- Solichin, M. 2017. Analisis Daya Beda Soal, Taraf Kesukaran, Validitas Butir Tes, Interpretasi Hasil Tes dan Validitas Ramalan dalam Evaluasi Pendidikan. *Jurnal Manajemen & Pendidikan Islam*, 2(2), 192–213.
- Syamsudin. 2012. Pengukuran Daya Pembeda, Taraf Kesukaran, dan Pola Jawaban Tes (Analisis Butir Soal). *At-Tajdid : Jurnal Ilmu Tarbiyah*, 1(2), 187–198.
- Taqwa, M. R. A. 2017. Profil Pemahaman Konsep Mahasiswa dalam Menentukan Arah Resultan Gaya. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains* (pp. 79–87).
- Taqwa, M. R. A., & Faizah, R. 2016. Perlunya Program Resitasi untuk Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa dalam Memahami Konsep Gaya dan Gerak. *Pros. Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM*, 12(1), 365–372.
- Taqwa, M. R. A., Hidayat, A., & Supoto. 2017. Konsistensi Pemahaman Konsep Kecepatan dalam Berbagai Representasi. *Jurnal Riset & Kajian Pendidikan Fisika*, 4(1), 31–39. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12928/jrkpf.v4i1.6469>
- Taqwa, M. R. A., & Pilendia, D. 2018. Kekeliruan Memahami Konsep Gaya , Apakah Pasti Miskonsepsi ? *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Integrasinya*, 01(02), 1–12.
- Yulianci, S., Gunawan, & Doyan, A. 2017. Model inkuiri terbimbing berbantuan multimedia interaktif untuk meningkatkan penguasaan konsep fisika peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(2), 146–154.